

**京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書**

2019年 5月 23日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 藤 洋 作 様

所属部局・研究科 理学研究科

職 名・学 年 博士後期課程2年

氏 名 須田 沙織

助 成 の 種 類	2018 年度 ・ 在外研究助成	
研 究 課 題 名	マイクロ流体デバイス技術による遊泳マイクロ水滴の集団運動の解明	
受 入 機 関	ESPCI Paris	
渡 航 期 間	2018年 1月 25日 ～ 2019年 4月 23日	
成 果 の 概 要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有()	
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	991,000円
	使用した助成金額	991,000円
	返納すべき助成金額	0円
	助 成 金 の 使 途 内 訳	往復航空券： 121,730円
		日本国内交通費： 6,160円
		現地交通費： 13,619円
		宿泊費： 466,123円
		滞在費等： 383,368円
(助成金を上記に充当)		
当財団の助成について	<small>(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 貴財団の助成により、在外研究に必要な経費をまかなうことができ、経済的な心配をすることなく研究に打ち込むことができました。貴重な機会をいただいたことに、厚く御礼申し上げます。</small>	

成果の概要 / 須田沙織

本助成により、1月27日から4月19日までの間フランス・パリにある ESPCI Paris の Gulliver 研究室において、Charlotte de Bloi 氏、Mathilde Reyssat 氏、Olivier Dauchot 氏と遊泳マイクロ水滴の運動の性質について共同研究を行った。

背景と目的

近年、マイクロメートルサイズの遊泳物体（マイクロスイマー）に関する研究が盛んになっている^[1]。食品やバイオ燃料の生産などの微生物を利用した工業において、微生物の運動に対する理解は生産の効率化などに直接的に貢献する。もし微生物種に依存しない法則が明らかになれば、その応用の範囲は広いと考えられる。この研究分野において重要なことは、マイクロスイマーの簡素で適切なモデルと実験との対応付けである。簡潔で扱いやすく、しかも実験結果をよく再現するモデルは、現象の深い理解を可能にする。しかし、生き物の観測から直接このような研究を行うことは、パラメーターの制御という点で難しい。そこで、実験の条件を細かく制御しやすい人工のマイクロスイマーが注目されている。

報告者は、人工マイクロスイマーの中でも遊泳マイクロ水滴に着目して研究を行ってきた。界面活性剤を十分な量溶解させた油の中で、半径が数十～数百 μm の水滴を生成すると、界面活性剤の濃度勾配によるマランゴニ効果（界面張力差により対流が生じる現象）によって駆動され、遊泳する^[2]。この系は組成が単純なだけでなく、外部からの刺激やエネルギーの供給なしに運動を継続し、しかもその速度や継続時間がある程度制御可能であるという、化学系ならではの長もある。これまでに報告者は、遊泳マイクロ水滴単体の運動や集団での運動について観測を行ってきた。例えば、ある半径領域で水滴が回転運動するような現象を発見している。このような、遊泳マイクロ水滴の示す興味深い現象の解明を目的として、在外研究を行った。

参考文献

- [1] J. Elgeti, R. G. Winkler and G. Gompper, *Rep. Prog. Phys.* **78**, 056601, 2015.
- [2] Z. Izri, M. N. van der Linden, S. Michelin, and O. Dauchot *Phys. Rev. Lett.*, **113**, pp. 1-5, 2014.

実験方法

油の中に臨界ミセル濃度よりも十分に多い量の界面活性剤を溶かした。観測するルームの中に油-界面活性剤溶液を浸し、そこに半径が数十～数百 μm の水滴を導入した。顕微鏡を用いて水滴の運動の様子を観測し、動画を撮影した。図1に実験手法の模式図を示す。水滴の運動を分析する際には、ImageJ と MATLAB を用いて画像解析を行い、運動の特徴量を抽出した。

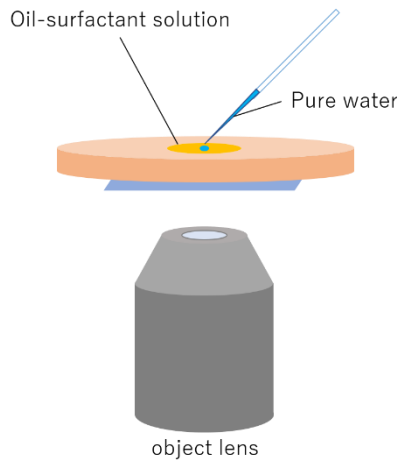


図1. 実験手法の模式図.

結果

①議論及び情報共有

Olivier Dauchot 氏らとディスカッションを行ったことで、遊泳マイクロ水滴単体の運動に対する考察を進めることができた。この議論の内容を踏まえて、現在論文を執筆している。また実験の効率的な進め方や工夫の仕方など、研究にかかわる様々な知見を共有することができ、非常に参考になった。海外の研究者とともに研究を遂行した経験は、今後の糧となるはずである。

②遊泳マイクロ水滴についての研究

実験から、回転現象が現れる条件として、水滴が泳ぐチャンバーの形状、水滴の初期位置が重要なパラメーターであることが分かった。そこで、チャンバーの形状が遊泳マイクロ水滴の運動に与える影響についての研究を、滞在研究室の大学院生である Charlotte de Blois 氏と始動した。

キャピラリーに遊泳マイクロ水滴を導入し、その運動を観測した。その際、流路の形状やサイズ、そして水滴サイズを変えていった。これらの実験の結果、遊泳マイクロ水滴の運動において、これまでに見られていなかった転移現象を発見するに至った。現在、解析及び考察を進めている段階である。ESPCI Paris の Gulliver 研究室とは今後とも連携して共同研究を行っていき、最終的には投稿論文にまとめる予定である。

今後の展望

今後は、内部対流の可視化やバッシュ水滴での実験を行って、より深くこの現象にアプローチしていきたいと考えている。さらに、チャンバーを二次元、三次元と拡張し、その運動を観測していく予定である。また、遊泳マイクロ水滴の初期位置と運動との関係性について

も、調査していきたい。

謝辞

本在外研究を通して、これまでの報告者の研究を発展させることができたのみならず、新たな研究プロジェクトを始動するまで至った。また、国際連携体制を築くことができたことも、非常に有益だったといえるだろう。京都大学教育研究振興財団による助成がなければ、これらの成果は実現しなかった。深く御礼申し上げます。また、ESPCI Paris の Gulliver 研究室の方々には、研究面だけではなく、生活面でのサポートも行っていただいた。三ヶ月で期待以上の成果が得られたのも、周りの方々の支えがあってこそであった。この場を借りて、心より感謝申し上げます。